

PCT/JP00/04165

JP00/04165

10.08.00

日 本 国 特 許 庁

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

EKU

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日

Date of Application:

1999年 6月24日

REC'D 03 OCT 2000

出 願 番 号

Application Number:

平成11年特許願第177952号

WIPO

PCT

出 願 人

Applicant(s):

松下電器産業株式会社

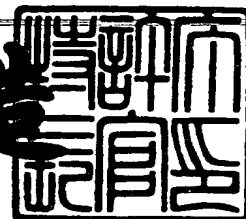
PRIORITY
DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2000年 9月18日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2000-3073389

【書類名】 特許願
 【整理番号】 2016110179
 【提出日】 平成11年 6月24日
 【あて先】 特許庁長官殿
 【国際特許分類】 G01F 1/00
 【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 梅景 康裕

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 長岡 行夫

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 安倍 秀二

【特許出願人】

【識別番号】 000005821

【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100097445

【弁理士】

【氏名又は名称】 岩橋 文雄

【選任した代理人】

【識別番号】 100103355

【弁理士】

【氏名又は名称】 坂口 智康

【選任した代理人】

【識別番号】 100109667

【弁理士】

【氏名又は名称】 内藤 浩樹

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011305

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9809938

【プルーフの要否】 不要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 流量計

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 流路に設けられ音波を送受信する送受信手段と、前記送受信手段で送受信される音波の伝搬時間を計測する計時手段と、前記計時手段の値に基づいて流量を検出する流量検出手段と、前記送受信手段で流路内の変動を計測する変動検出手段と、前記変動検出手段の変動のタイミングに同期して計測を開始する計測制御手段とを備えた流量計。

【請求項 2】 流路に設けられて音波を送受信する第 1 振動手段および第 2 振動手段と、前記第 1 振動手段および第 2 振動手段の送受信の動作を切換える切換手段と、前記第 1 振動手段および第 2 振動手段の少なくとも一方で流路内の圧力変動を検出する変動検出手段と、前記第 1 振動手段および第 2 振動手段で送受信される音波の伝搬時間を計測する計時手段と、前記変動検出手段の出力が所定変化した時に流路の上流側の第 1 振動手段から下流側の第 2 振動手段に伝搬する第 1 計時時間 T_1 を前記計時手段が測定し、また前記変動検出手段の出力が前記所定変化と逆に変化した時には流路の下流側の第 2 振動手段から上流側の第 1 振動手段に伝搬する第 2 計時時間 T_2 を前記計時手段が測定する制御を行う計測制御手段と、前記第 1 計時時間 T_1 と前記第 2 計時時間 T_2 を用いて流量を算出する流量検出手段とを備えた流量計。

【請求項 3】 変動検出手段の出力が所定変化した時に第 1 計時時間 T_1 の測定を開始し、前記変動検出手段の出力が前記所定変化と逆に変化した時に第 2 計時時間 T_2 の測定を開始する計測制御と、次回の計測時は、変動検出手段の出力が前記所定変化と逆に変化した時に第 1 計時時間 T_1 の測定を開始し、前記変動検出手段の出力が所定変化した時に第 2 計時時間 T_2 の測定を開始計測制御を行う計測制御手段と、計測開始を交互に変更しながら前回の第 1 計時時間 T_1 と第 2 計時時間 T_2 を用いて求めた第 1 流量と、次回の第 1 計時時間 T_1 と第 2 計時時間 T_2 を用いて求めた第 2 流量を逐次平均処理することにより流量を算出する流量検出手段を備えた請求項 2 記載の流量計。

【請求項 4】 音波による送受信を複数回行う繰返手段を備えた請求項 1 ～ 3 の

いずれか 1 項記載の流量計。

【請求項 5】変動周期の整数倍時間にわたって送受信を複数回行う繰返手段を備えた請求項 4 記載の流量計。

【請求項 6】変動検出手段の出力が所定変化した時に音波の送受信計測を開始し、前記変動検出手段の出力が前記所定変化と同じ変化をするまで繰返し音波の送受信計測を行う繰返手段を備えた請求項 4 記載の流量計。

【請求項 7】第 1 振動手段および第 2 振動手段を、音波の送受信に用いる場合と、圧力変動の検出に用いる場合を切替える選択手段を備えた請求項 1 ～ 6 のいずれか 1 項記載の流量計。

【請求項 8】圧力変動波形の交流成分のゼロ付近を検出する変動検出手段を備えた請求項 2 ～ 7 のいずれか 1 項記載の流量計。

【請求項 9】変動検出手段の出力信号の変動をカウントする複数ビットのカウント手段と、前記カウント手段のカウント値が、第 1 計時と第 2 計時で異なるようにして計測し、複数ビットのすべての組み合わせが同じ回数だけ実現した時に流量を計測する流量検出手段を備えた請求項 1 ～ 8 のいずれか 1 項記載の流量計。

【請求項 10】変動検出手段の信号の周期を検出する周期検出手段と、前記周期検出手段の検出した周期が、所定の周期の時にのみ計測を開始する計測制御手段を備えた請求項 1 ～ 8 のいずれか 1 項記載の流量計。

【請求項 11】変動検出手段の信号が検出できなかった時は、所定時間後に計測を自動的にスタートする検出解除手段を備えた請求項 1 ～ 10 のいずれか 1 項記載の流量計。

【請求項 12】送受信手段および第 1 振動手段と第 2 振動手段は、圧電式振動子からなる請求項 1 ～ 11 のいずれか 1 項記載の流量計。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、液体や気体の流量を計測する流量計測装置に関し、流量変動が発生した場合にも精度よく流量値を計測する手段に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

従来、この種の流量計は、特開平 9-15006 号公報や特開平 11-44563 号公報のようなものが知られていた。以下、その構成について図 16 と図 17 を参照しながら説明する。

【0003】

図 16 に示すように、ガス流量を計測するアナログフローセンサ 1 から所定の第 1 サンプリグ時間毎に計測値を読み取るサンプリグプログラム 2 と、所定時間におけるガス消費流量を算出するガス消費量算出プログラム 3 と、第 1 サンプリグ時間に所定時間内で第 2 サンプリグ時間毎にアナログフローセンサの計測値を読み出してその平均値を演算する平均値演算プログラム 4 と、フローセンサの出力から圧力変動の周期を推定する圧力変動周期推定プログラム 5 と、メモリーとしての RAM 6 で構成されていた。ここで、7 は前記各プログラムを記憶しておくメモリーの ROM、8 はそのプログラムを実行する CPU である。この構成により、所定計測時間がポンプの振動周期の 1 周期以上、またはその周期の倍数であるように計測処理するものであり、平均化することで流量に変動が発生しても計測流量が影響されにくい構成としている。

【0004】

また、図 17 に示すように、流量を検出する流量検出手段 9 と、流体の変動波形を検出する変動検出手段 10 と、流量検出手段の測定を変動波形の交流成分のゼロ付近で開始する脈動計測手段 11 と、流量検出手段の信号を処理する流量演算手段 12 を備えた構成である。ここで、13 は信号処理回路、14 は計時回路、15 はトリガ回路、16 は送信回路、17 は比較回路、18 は増幅回路、19 は切換器、20 は計測開始信号回路、21 は起動手段、22 は流路である。この構成により、変動波形の平均付近の流量を計測して短時間に正確な流量計測を行うものである。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら上記従来技術では、第 1 の引例では、平均値を用いてガス流量を計測するもので、安定した平均値を得るには長時間の計測が必要で、瞬時の流量

計測は困難という課題があった。また、第2の引例では、圧力変動のある無しで流量計測の方法を変えるもので、圧力計測手段および流量計測手段の2つの手段を備えなければならないという課題があった。

【0006】

【課題を解決するための手段】

本発明は上記課題を解決するために、流路に設けられて音波を送受信する送受信手段と、前記送受信手段で送受信される音波の伝搬時間を計測する計時手段と、前記計時手段の値に基づいて流量を検出する流量検出手段と、前記送受信手段で流路内の変動を計測する変動検出手段と、前記変動検出手段の変動のタイミングに同期して計測を開始する計測制御手段とを備えた構成とした。

【0007】

上記発明によれば、第1振動手段および第2振動手段の少なくとも一方で流路内の変動を計測することができるので、変動検出用の別センサを設ける必要がなく、小型化や流路などを簡素化することができるとともに変動が発生した場合でも短時間で安定して精度よく流量が計測できる。

【0008】

【発明の実施の形態】

本発明は、流路に設けられて音波を送受信する送受信手段と、前記送受信手段で送受信される音波の伝搬時間を計測する計時手段と、前記計時手段の値に基づいて流量を検出する流量検出手段と、前記送受信手段で流路内の変動を計測する変動検出手段と、前記変動検出手段の変動のタイミングに同期して計測を開始する計測制御手段とを備えた。そして、第1振動手段および第2振動手段の少なくとも一方で流路内の変動を計測することができるので、変動検出用の別センサを設ける必要がなく、小型化や流路などを簡素化することができるとともに、変動が発生した場合でも短時間で安定して精度よく流量が計測できる。

【0009】

また、流路に設けられて音波を送受信する第1振動手段および第2振動手段と、前記第1振動手段および第2振動手段の送受信の動作を切換える切換手段と、前記第1振動手段および第2振動手段の少なくとも一方で流路内の圧力変動を検

出する変動検出手段と、前記第1振動手段および第2振動手段で送受信される音波の伝搬時間を計測する計時手段と、前記変動検出手段の出力が所定変化した時に流路の上流側の第1振動手段から下流側の第2振動手段に伝搬する第1計時時間T1を前記計時手段が測定し、また、前記変動検出手段の出力が前記所定変化と逆に変化した時には流路の下流側の第2振動手段から上流側の第1振動手段に伝搬する第2計時時間T2を前記計時手段が測定する制御を行う計測制御手段と、前記第1計時時間T1と前記第2計時時間T2を用いて流量を算出する流量検出手段とを備えた構成とした。そして、圧力変動の変化が逆になるタイミングで計測することで、圧力変動と計測するタイミングの位相をずらすことができ、圧力変動による計測誤差を相殺することができる。

【0010】

また、変動検出手段の出力が所定変化した時に第1計時時間T1の測定を開始し、前記変動検出手段の出力が前記所定変化と逆に変化した時に第2計時時間T2の測定を開始する計測制御と、次の計測時は、変動検出手段の出力が前記所定変化と逆に変化した時に第1計時時間T1の測定を開始し、前記変動検出手段の出力が所定変化した時に第2計時時間T2の測定を開始計測制御を行う計測制御手段と、計測開始を交互に変更しながら前回の第1計時時間T1と第2計時時間T2を用いて求めた第1流量と、次の第1計時時間T1と第2計時時間T2を用いて求めた第2流量を逐次平均処理することにより流量を算出する流量検出手段を備えた構成とした。そして、計測するタイミングを前述のように変えて第1計時時間T1と第2計時時間T2することで、圧力変動が高压側、低压側で非対称となっても、その圧力変動の影響を相殺することができる。

【0011】

また、音波による送受信を複数回行う繰返手段を備えた構成とした。そして、計測回数を増加することで平均化することができ、安定した流量計測を行うことができる。

【0012】

また、変動周期の整数倍時間にわたって送受信を複数回行う繰返手段を備えた構成とした。そして、変動周期で計測することで圧力変動が平均化され安定した

流量を計測することができる。

【0013】

また、変動検出手段の出力が所定変化した時に音波の送受信計測を開始し、前記変動検出手段の出力が前記所定変化と同じ変化をするまで繰返し音波の送受信計測を行う繰返手段を備えた。そして、計測の開始と停止を圧力変動の周期と一致させることができるので、変動周期で計測することができ圧力変動が平均化され安定した流量を計測することができる。

【0014】

また、第1振動手段および第2振動手段を、音波の送受信に用いる場合と、圧力変動の検出に用いる場合を切替える選択手段を備えた構成とした。そして、第1振動手段および第2振動手段の少なくとも一方を圧力検出に使用することができ、流量計測と圧力計測を両立することができる。

【0015】

また、圧力変動波形の交流成分のゼロ付近を検出する変動検出手段を備えた構成とした。そして、圧力変動のゼロ成分付近で変動を検出することで流量計測を行う時間の範囲が変動ゼロ付近から計測を開始することができ、変動の少ない時間内に流量計測を行うことで圧力変動時の計測を安定化することができる。

【0016】

また、変動検出手段の出力信号の変動をカウントする複数ビットのカウント手段と、前記カウント手段のカウント値が、第1計時と第2計時で異なるようにして計測し、複数ビットのすべての組み合わせが同じ回数だけ実現した時に流量を計測する流量検出手段を備えた構成とした。そして、すべての変動タイミングで計測することができるので、平均化が行われ安定して流量を計測することができる。

【0017】

また、変動検出手段の信号の周期を検出する周期検出手段と、前記周期検出手段の検出した周期が、所定の周期の時にのみ計測を開始する計測制御手段を備えた構成とした。そして、所定周期の時のみに計測を開始することで、所定の変動時に計測が行え、安定した流量を計測することができる。

【0018】

また、変動検出手段の信号が検出できなかった時は、所定時間後に計測を自動的にスタートする検出解除手段を備えた構成とした。そして、変動がなくなった場合でも所定時間がくれば自動的に流量を計測することができる。

【0019】

また、第1振動手段および第2振動手段は、圧電式振動子からなる構成とした。そして、圧電式振動子とすることで超音波を送受信に用いながら、かつ圧力変動も検出することができる。

【0020】

【実施例】

以下、本発明の実施例について図面を参照して説明する。

【0021】

(実施例1)

図1は本発明の実施例1の流量計のブロック図である。図1において、23は流路24に設けられて超音波を送受信する送受信手段の第1振動手段としての第1圧電振動子、25は超音波を送受信する送受信手段の第2振動手段としての第2圧電振動子、26は前記第1圧電振動子および第2圧電振動子の送受信の動作を切換える切換手段としての切換スイッチ、27は前記第1圧電振動子23および第2圧電振動子25で繰返し送受信される音波の伝搬時間をシングア라운드法により計測する計時手段、28は前記計時手段の値に基づいて流量を検出する流量検出手段、29は前記第1圧電振動子23および第2圧電振動子25で流路内の圧力変動を計測する変動検出手段、30は前記変動検出手段の圧力変動のタイミングに同期して計測を開始する計測制御手段である。

【0022】

ここで、計測制御手段30は、変動検出手段29の出力の立上り時に第1計時時間T1の測定を開始し、前記変動検出手段29の出力の立ち下がり時に第2計時時間T2の測定を開始する計測制御と、次回の計測時は、変動検出手段の出力が立ち下がり時に第1計時時間T1の測定を開始し、前記変動検出手段の出力が立上り時に第2計時時間T2の測定を開始計測制御を行い、流量計測手段28は

、計測開始を交互に変更しながら前回の第1計時時間T1と第2計時時間T2を用いて求めた第1流量と、次の第1計時時間T1と第2計時時間T2を用いて求めた第2流量を逐次平均処理することにより流量を算出する構成とした。そして、31は第2圧電振動子を超音波の送受信を行うか圧力変動を検出するかを選択する選択手段としての選択スイッチ、32は超音波信号の送信器、33は超音波信号の受信器、34はシングア라운드計測を行う繰返手段、35は第1圧電振動子と第2圧電振動子の動作チェック手段である。

【0023】

次に動作、作用について図2から図7を用いて説明する。図2のような構成の流路において、第1圧電振動子23から第2圧電振動子25に向かって伝搬する時間T1を計測すると、 $T1 = L / (C + V \cos \theta)$ となる。また、第2圧電振動子25から第1圧電振動子23に向かって伝搬する時間T2を計測すると、 $T2 = L / (C - V \cos \theta)$ となる。ここで、Vは流路内の流速、Cは音速、 θ は傾斜角度である。そして、T1とT2の逆数の差をとると、次式のようにしてT1、T2から流速Vが求まる。

【0024】

$$1/T1 - 1/T2 = 2V \cos \theta / L$$

$$V = (L / 2 \cos \theta) \cdot (1/T1 - 1/T2)$$

ここで、流路内に圧力変動があると、その圧力変動に応じて流速が変化する。よって、変動周波数f、変動流速uとすると、T1、T2は

$$T1 = L / (C + V \cos \theta + u \cdot \sin(2\pi f t))$$

$$T2 = L / (C - V \cos \theta - u \cdot \sin(2\pi f t + \phi))$$

となる。ここで、 ϕ は、T1計測の開始とT2計測の開始の時間差（位相差）である。そして、T1とT2の逆数の差をとると、

$$1/T1 - 1/T2$$

$$= (2V \cos \theta$$

$$+ u \cdot (\sin(2\pi f t) + \sin(2\pi f t + \phi))) / L$$

であるから、 $\phi = \pi$ のとき、 $\sin(2\pi f t + \phi) = -\sin(2\pi f t)$

となり、変動の影響は、キャンセルされることになる。よって、

$$V = (L / 2 \cos \theta) \cdot (1 / T_1 - 1 / T_2)$$

として、変動時においても流速 V が計測でき、流路の断面積などを考慮して流量を算出することができるのである。以上は、1 回の送受信の計測で説明しているが、繰返手段 34 で伝搬時間を繰返して計測するシングア라운드手法で積算時間を求める場合も同様に次式のように求めることができる。

【0025】

$$\begin{aligned} T_1 &= \Sigma [L / (C + V \cos \theta + u \cdot \sin (2 \pi f t i))] \\ &= \Sigma L / (\Sigma (C + V \cos \theta) + \Sigma (u \cdot \sin (2 \pi f t i))) \\ T_2 &= \Sigma [L / (C - V \cos \theta - u \cdot \sin (2 \pi f t i + \phi))] \\ &= \Sigma L / (\Sigma (C + V \cos \theta) + \Sigma (u \cdot \sin (2 \pi f t i + \phi))) \end{aligned}$$

ここで、添え字 i はシングアラウンドの回数、 Σ は $i = 1$ から N 回までの積算を示す。なお、シングア라운드手法の計測処理についての詳細な説明は略すが、超音波の送受信伝搬を繰返し行い、トータルの伝搬時間を長くして計測精度を高める方法である。

【0026】

そして、 T_1 、 T_2 の逆数差から

$$\begin{aligned} &1 / T_1 - 1 / T_2 \\ &= (\Sigma [2 V \cos \theta] + \Sigma [u \cdot (\sin (2 \pi f t) \\ &+ \sin (2 \pi f t + \phi))]) / \Sigma L \end{aligned}$$

そして、 $\phi = \pi$ のとき、 $\sin (2 \pi f t + \phi) = -\sin (2 \pi f t)$ となり、シングア라운드手法を用いても変動の影響は、キャンセルされることになる。よって、

$$V = (L / 2 \cos \theta) \cdot (1 / T_1 - 1 / T_2)$$

として、変動時においても流速 V が計測でき、流路の断面積などを考慮して流量を算出することができるのである。

【0027】

ここで、この時間差 ϕ が π となる計測の開始タイミングを、図 3 で説明する。変動検出手段 29 の出力信号は、圧力変動の交流成分のゼロクロス点を比較器で比較して検出することによって実現している。すなわち、 T_1 計測の開始は、変

動検出手段の出力信号の立上りで行い、所定のシングア라운드回数で積算時間 T_1 を計測する。一方、 T_2 計測の開始は、変動検出手段 29 の出力信号の立下がりで行い、同じ所定のシングア라운드回数で積算時間 T_2 を計測する。図 3 で示すと、 T_1 は、圧力波形の A、B、C 間を計測し、 T_2 は A、B、C と逆の振幅になる F、G、H 間を計測する。よって、圧力変動はキャンセルされることになる。

【0028】

また、図 3 のような正負対称の圧力変動の場合は、1 回の T_1 と T_2 の計測でキャンセルできるが、図 4 のような正負非対称の場合は、計測の開始を工夫することによってキャンセルすることができる。すなわち、 T_1 計測の開始は、変動検出手段 29 の出力信号の立上りで行い、所定のシングア라운드回数で積算時間 T_1 を計測する。一方、 T_2 計測の開始は、変動検出手段 29 の出力信号の立下がりで行い、同じ所定のシングア라운드回数で積算時間 T_2 を計測する。そして、次の計測では、 T_1 計測の開始は、変動検出手段 29 の出力信号の立下がりで行い、所定のシングア라운드回数で積算時間 T_1 を計測する。一方、 T_2 計測の開始は、変動検出手段 29 の出力信号の立上がりで行い、同じ所定のシングア라운드回数で積算時間 T_2 を計測する。図 4 で示すと、1 回目の T_1 は、圧力波形の A、B、C 間を計測し、 T_2 は D、E、F 間を計測する。これでは、C と F は波形が異なるので C と F の分が誤差 $C - (-F)$ として残るが、2 回目の計測の時には、 T_1 は、逆波形の H、I、J で計測し、 T_2 は K、L、M で計測する。ここでも、J と M は波形が異なり誤差として残るが、2 回目の計測では、上流側から計測した時の M と、下流から計測した時の J となっており、符号が反転するので、J と M の分が誤差 $(-J - M)$ として残る。そして、 $C = M$ 、 $F = J$ であることから、 $C - (-F)$ と $(-J - M)$ を加算して平均を取ると、ゼロになり、圧力変動はキャンセルされることになる。なお、超音波の送受信の方向を計測のたびに交互に反転している場合は、計測の開始タイミングは一定でよいことは明白である。また、ここでは 2 回の計測で説明したが、圧力変動の波形が非対称で複雑な場合は、計測の開始を波形の周期性に応じて順次、変更して繰返すことにより平均化され、誤差は最小限に抑えることができる。

【0029】

次に、図5と図6のフローチャートを用いて計測の流れを説明する。まず、変動検出手段の信号が立上りか否かを判別する。立上りでなければ、変動検出手段29の出力信号が立ち上がるまで判別を繰り返す。ここで、所定時間立っても立上りが発生しない時は、検出解除手段としての処理が立上り検出を中止し、圧力変動がないものとして第1計時時間 T_1 と第2計時時間 T_2 の計測を行う。また、立上りが検出された時は、第1計時時間 T_1 の計測を行う。そして、次に変動検出手段29の信号が立下がりか否かを判別する。ここで立ち下がりが検出された時は、第2計時時間 T_2 の計測を行う。また、所定時間立っても、立下がりが出検されない時は、検出解除手段としての処理が立下がり検出を中止し、圧力変動がないものとして第2計時時間 T_2 の計測を行い、第1計時時間 T_1 と第2計時時間 T_2 から流量 $Q(j)$ を算出する。

【0030】

そして、次の計測時には、図6に示すように、今度は立下がり検出からはじめ、立下がり検出後、第1計時時間 T_1 の計測を行った後、立上り検出を行い、第2計時時間 T_2 の計測を行い、第1計時時間 T_1 と第2計時時間 T_2 から流量 $Q(j+1)$ を算出する。そして、この計測開始を交互に変更しながら繰返し、第1流量 $Q(j)$ と第2流量 $Q(j+1)$ を計測して逐次平均処理することにより流量 Q を算出することで、平均化され誤差を原理的になくすることができる。

【0031】

このように、第2圧電振動子25で流路内の圧力変動を計測することができるので、圧力センサを設ける必要がなく、小型化や流路などを簡素化することができるとともに、圧力変動が発生した場合でも瞬時流量の計測が安定して精度よく行える。そして、圧力変動の変化が逆になるタイミングで計測することで、圧力変動と計測するタイミングの位相をずらすことができ、圧力変動による計測誤差を相殺することができる。そして、計測する毎にタイミングを正負逆にとって行くことで、圧力変動が高圧側、低圧側で非対称となっても、その圧力変動の影響を相殺することができる。そして、シングアラウンドで繰返し計測することで1回の計測で平均化することができ、安定した流量計測を行うことができる。

そして、選択手段を用いることで第 1 振動手段および第 2 振動手段の少なくとも 1 方を圧力検出に使用することができ、流量計測と圧力計測を両立することができる。そして、圧力変動のゼロ成分付近で変動を検出することで変動の周期を正確に捉えることができ、流量の相殺が行える。そして、変動がなくなった場合でも所定時間がくれば自動的に流量を計測することができる。そして、圧電式振動子を変動検出手段と用いることで、超音波を送受信に用いながら、かつ圧力変動も検出することができ、さらに、専用の圧力検出手段を設ける場所が不要であり、漏洩の要因となる部位を削減することができる効果がある。

【 0 0 3 2 】

なお、本実施例で説明した圧力変動の検出は、専用の圧力検出手段を用いて行っても機能的には同様の効果が得られる。また、下流側の第 2 圧電振動子を用いる場合で説明したが、上流側の第 1 圧電振動子を用いる場合でも同様の効果が得られる。さらに、上流側、下流側の圧電振動子を交互に用いても同様の効果が得られるが、交互に用いることによって、互いの圧電振動子の動作状態をチェックすることも可能になる。すなわち、変動検出手段の信号がどちらの圧電振動子からの信号においても同じ周期の信号の時はどちらも正常に動作していると、判定することができる。

【 0 0 3 3 】

また、流量計は一般計器として説明しているが、ガスメーターに本流量計を使用することで、ガスエンジンヒートポンプを使用している配管系など、脈動が発生する流路配管で使用する事が可能である。さらに、圧力変動で説明しているが、流量変動のある場合も同様の効果があることは明白である。

【 0 0 3 4 】

(実施例 2)

図 8 は本発明の実施例 2 の流量計の動作を示すタイミングチャートである。実施例 1 と異なる点は、変動周期の整数倍時間にわたってシングアラウンドの送受信を複数回行う繰返手段 3 4 を備えたことにある。構成は図 1 に示す。

【 0 0 3 5 】

図 9 に示すように、所定時間（例えば、2 秒周期）間隔で、計測を開始する場

合、所定時間になれば、変動検出手段 29 が検出する変動の周期を計測する。そして、その周期にほぼ一致するシングアラウンドの回数を設定する。例えば、超音波の圧電振動子間の距離を音速で割ると 1 回の伝搬時間が算出できる。そして、計測した周期をその伝搬時間で割ることで必要なシングアラウンドの回数が算出できる。そのシングアラウンド回数で繰返して流量の計測を行うのである。図中の丸 1 は、図 5 の丸 1 の処理を行うことである。

【0036】

このように、シングアラウンド回数を変動周期に合わせることで、変動の 1 周期を計測することができ、圧力変動が平均化され安定した流量を計測することができるのである。そして、圧力同期とシングアラウンド回数を周期の整数倍に合わせて計測することで、更に流量の計測を安定して行うことができる。さらに、圧力同期を圧電振動子の信号で検出することができるので、周期の検出が可能で、かつ安定した流量計測が行えるという相乗効果がある。

【0037】

なお、図 8 では、2 周期を計測する場合について示した。伝搬距離が短い場合は、計測精度を上げるために、所定回数以上のシングアラウンドが必要となるので、変動周期から求めたシングアラウンド回数がその所定回数よりも小さい時は、周期の倍数になるようにシングアラウンド回数を決定するとよい。

【0038】

(実施例 3)

図 10 は本発明の実施例 3 の流量計の動作を示すタイミングチャートである。実施例 1 と異なる点は、変動検出手段 29 の出力が所定変化した時（例えば、立下り時）に音波の送受信計測を開始し、前記変動検出手段の出力が前記所定変化と同じ変化（例えば、立下り時）をするまでシングアラウンドを繰返し、音波の送受信計測を行う繰返手段 34 を備えた構成とした。構成は図 1 に示す。

【0039】

図 11 に示すように、計測の開始に変動検出信号の立上りを検出し、シングアラウンドを開始する。そして、再度変動検出信号の信号が立ち上がった時に、シングアラウンドを停止して第 1 計時時間 T_1 を計測する。次に、計測の開始に変

動検出信号の立下りを検出し、シングアラウンドを開始する。そして、再度変動検出信号の信号が立ち下がった時に、シングアラウンドを停止して第2計時時間T2を計測する。それらのT1とT2から流量を算出するものである。

【0040】

このように、計測の開始と停止を圧力変動の周期と一致させることができるので、変動周期で計測することができ、圧力変動が平均化され安定した流量を計測することができる。

【0041】

(実施例4)

図12は本発明の実施例4の流量計を示す構成図である。実施例1と異なる点は、変動検出手段29の出力信号の変動をカウントする2ビットのカウント手段36と、前記カウント手段36のカウント値が、第1計時の時と第2計時の時で異なるようにして計測し、2ビットのすべての組み合わせが同じ回数だけ実現した時に流量を計測する流量検出手段28を備えた構成とした。図13にそのタイミングチャートを示す。

【0042】

図13に示すように、正負対称でかつ変動が2周期で繰返される場合、例えば、T1計測はカウント手段の出力が(1、0)で、かつ変動検出手段の出力が立上りの時に開始し、T2計測は、その後変動検出手段の立下りで計測が開始される。このときの計測流量を概念的に表現して、 $Q(i) = (A - B + C) - (-B + C - D) = A + D$ とする。そして、次回の計測をT1計測はカウント手段の出力が(1、1)で、かつ変動検出手段の立下りに開始し、T2計測はその後の立上りで開始される。このときの計測流量を概念的に表現して、 $Q(i+1) = (-B + C - D) - (C - D + A) = -A - B$ とする。このように繰返して計測を行うと、 $Q(i+2) = (C - D + A) - (-D + A - B) = C + B$ 、 $Q(i+3) = (-D + A - B) - (A - B + C) = -C - D$ となる。ここで、 $Q(i) + Q(i+1) + Q(i+2) + Q(i+3) = 0$ となり、圧力変動はキャンセルされることになる。また、ここでは4回の計測で説明したが、圧力変動の波形が非対称で複雑な場合は、計測の開始を波形の周期性に応じて順次、変更して

繰返すことにより平均化され、誤差は最小限に抑えることができる。すべての変動タイミングで計測することができるので、平均化が行われ安定して流量を計測することができる。

【0043】

(実施例5)

図14は、本発明の実施例5の流量計を示す構成図である。実施例1と異なる点は、変動検出手段29の信号の周期を検出する周期検出手段37と、前記周期検出手段37の検出した周期が、所定の周期の時にのみ計測を開始する計測制御手段30を備えた構成とした。

【0044】

すなわち、図15に示すように、変動検出手段29の信号が所定周期 T_m の時のみに計測を開始することで、周期が変動するような場合でも所定の変動周期時に計測が行える。図13に示すような圧力波形の場合でも、周期を検出すれば特定の圧力変動の時のみ、流量を計測することができる。よって、圧力変動の周期が変動する場合でも、安定した流量を短時間で計測することができる。なお、周期の検出は所定の時間幅（例えば、2ミリ秒）を持って検出することで柔軟性を持たせ計測が途切れることなく継続される。

【0045】

【発明の効果】

以上の説明から明らかなように本発明の流量計によれば、次の効果が得られる。

【0046】

本発明は、流路に設けられて音波を送受信する送受信手段と、前記送受信手段で送受信される音波の伝搬時間を計測する計時手段と、前記計時手段の値に基づいて流量を検出する流量検出手段と、前記送受信手段で流路内の圧力変動を計測する変動検出手段と、前記変動検出手段の圧力変動のタイミングに同期して計測を開始する計測制御手段とを備えることで、第1振動手段および第2振動手段の少なくとも一方で流路内の圧力変動を計測することができるので、圧力センサを設ける必要がなく、小型化や流路などを簡素化することができるとともに、圧力

変動が発生した場合でも短時間で安定した流量が計測できる。

【0047】

また、流路に設けられて音波を送受信する第1振動手段および第2振動手段と、前記第1振動手段および第2振動手段の送受信の動作を切替える切換手段と、前記第1振動手段および第2振動手段の少なくとも一方で流路内の圧力変動を検出する変動検出手段と、前記第1振動手段および第2振動手段で送受信される音波の伝搬時間を計測する計時手段と、前記変動検出手段の出力が所定変化した時に流路の上流側の第1振動手段から下流側の第2振動手段に伝搬する第1計時時間T1を前記計時手段が測定し、また、前記変動検出手段の出力が前記所定変化と逆に変化した時には流路の下流側の第2振動手段から上流側の第1振動手段に伝搬する第2計時時間T2を前記計時手段が測定する制御を行う計測制御手段と、前記第1計時時間T1と前記第2計時時間T2を用いて流量を算出する流量検出手段とを備えることで、圧力変動の変化が逆になるタイミングで計測することで、圧力変動と計測するタイミングの位相をずらすことができ、圧力変動による計測誤差を相殺することができる。

【0048】

また、変動検出手段の出力が所定変化した時に第1計時時間T1の測定を開始し、前記変動検出手段の出力が前記所定変化と逆に変化した時に第2計時時間T2の測定を開始する計測制御と、次の計測時は、変動検出手段の出力が前記所定変化と逆に変化した時に第1計時時間T1の測定を開始し、前記変動検出手段の出力が所定変化した時に第2計時時間T2の測定を開始計測制御を行う計測制御手段と、計測開始を交互に変更しながら前回の第1計時時間T1と第2計時時間T2を用いて求めた第1流量と、次の第1計時時間T1と第2計時時間T2を用いて求めた第2流量を逐次平均処理することにより流量を算出する流量検出手段を備えたことで、計測するタイミングを前述のように変えて第1計時時間T1と第2計時時間T2することで、圧力変動が高圧側、低圧側で非対称となっていて、その圧力変動の影響を相殺することができる。

【0049】

また、音波による送受信を複数回行う繰返手段を備えることで、計測回数を増

加することで平均化することができ、安定した流量計測を行うことができる。

【0050】

また、変動周期の整数倍時間にわたって送受信を複数回行う繰返手段を備えることで、変動周期で計測することで圧力変動が平均化され安定した流量を計測することができる。

【0051】

また、変動検出手段の出力が所定変化した時に音波の送受信計測を開始し、前記変動検出手段の出力が前記所定変化と同じ変化をするまで繰返し音波の送受信計測を行う繰返手段を備えることで、計測の開始と停止を圧力変動の周期と一致させることができるので、変動周期で計測することができ圧力変動が平均化され安定した流量を計測することができる。

【0052】

また、第1振動手段および第2振動手段を、音波の送受信に用いる場合と、圧力変動の検出に用いる場合を切替える選択手段を備えることで、第1振動手段および第2振動手段の少なくとも1方を圧力検出に使用することができ、流量計測と圧力計測を両立することができる。

【0053】

また、圧力変動波形の交流成分のゼロ付近を検出する変動検出手段を備えることで、圧力変動のゼロ成分付近で変動を検出することで流量計測を行う時間の範囲が変動ゼロ付近から計測を開始することができ、変動の少ない時間内に流量計測を行うことで圧力変動時の計測を安定化することができる。

【0054】

また、変動検出手段の出力信号の変動をカウントする複数ビットのカウント手段と、前記カウント手段のカウント値が、第1計時と第2計時で異なるようにして計測し、複数ビットのすべての組み合わせが同じ回数だけ実現した時に流量を計測する流量検出手段を備えることで、すべての変動タイミングで計測することができるので、平均化が行われ安定して流量を計測することができる。

【0055】

また、変動検出手段の信号の周期を検出する周期検出手段と、前記周期検出手

段の検出した周期が、所定の周期の時にのみ計測を開始する計測制御手段を備えることで、所定周期の時のみに計測を開始することで、所定の変動時に計測が行え、安定した流量を計測することができる。

【0056】

また、変動検出手段の信号が検出できなかった時は、所定時間後に計測を自動的にスタートする検出解除手段を備えることで、変動がなくなった場合でも所定時間がくれば自動的に流量を計測することができる。

【0057】

また、第1振動手段および第2振動手段は、圧電式振動子からなる構成とすることで、超音波を送受信に用いながら、かつ圧電振動子で圧力変動も検出することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の実施例1の流量計のブロック図

【図2】

同流量計の構成を示す断面図

【図3】

同流量計の動作を示すタイミングチャート

【図4】

同流量計の動作を示す別のタイミングチャート

【図5】

同流量計の動作を示すフローチャート

【図6】

同流量計の動作を示す別のフローチャート

【図7】

同流量計を示すブロック図

【図8】

本発明の実施例2の流量計の動作を示すタイミングチャート

【図9】

同流量計の動作を示すフローチャート

【図 1 0】

本発明の実施例 3 の流量計の動作を示すタイミングチャート

【図 1 1】

同流量計の動作を示すフローチャート

【図 1 2】

本発明の実施例 4 の流量計を示すブロック図

【図 1 3】

同流量計の動作を示すタイミングチャート

【図 1 4】

本発明の実施例 5 の流量計を示すブロック図

【図 1 5】

同流量計の動作を示すフローチャート

【図 1 6】

従来の流量計を示すブロック図

【図 1 7】

従来の別の流量計を示すブロック図

【符号の説明】

2 3 第 1 の圧電振動子（送受信手段、第 1 振動手段）

2 4 流路

2 5 第 2 の圧電振動子（送受信手段、第 2 振動手段）

2 6 切換手段

2 7 計時手段

2 8 流量検出手段

2 9 変動検出手段

3 0 計測制御手段

3 1 選択手段

3 4 繰返手段

3 5 動作チェック手段

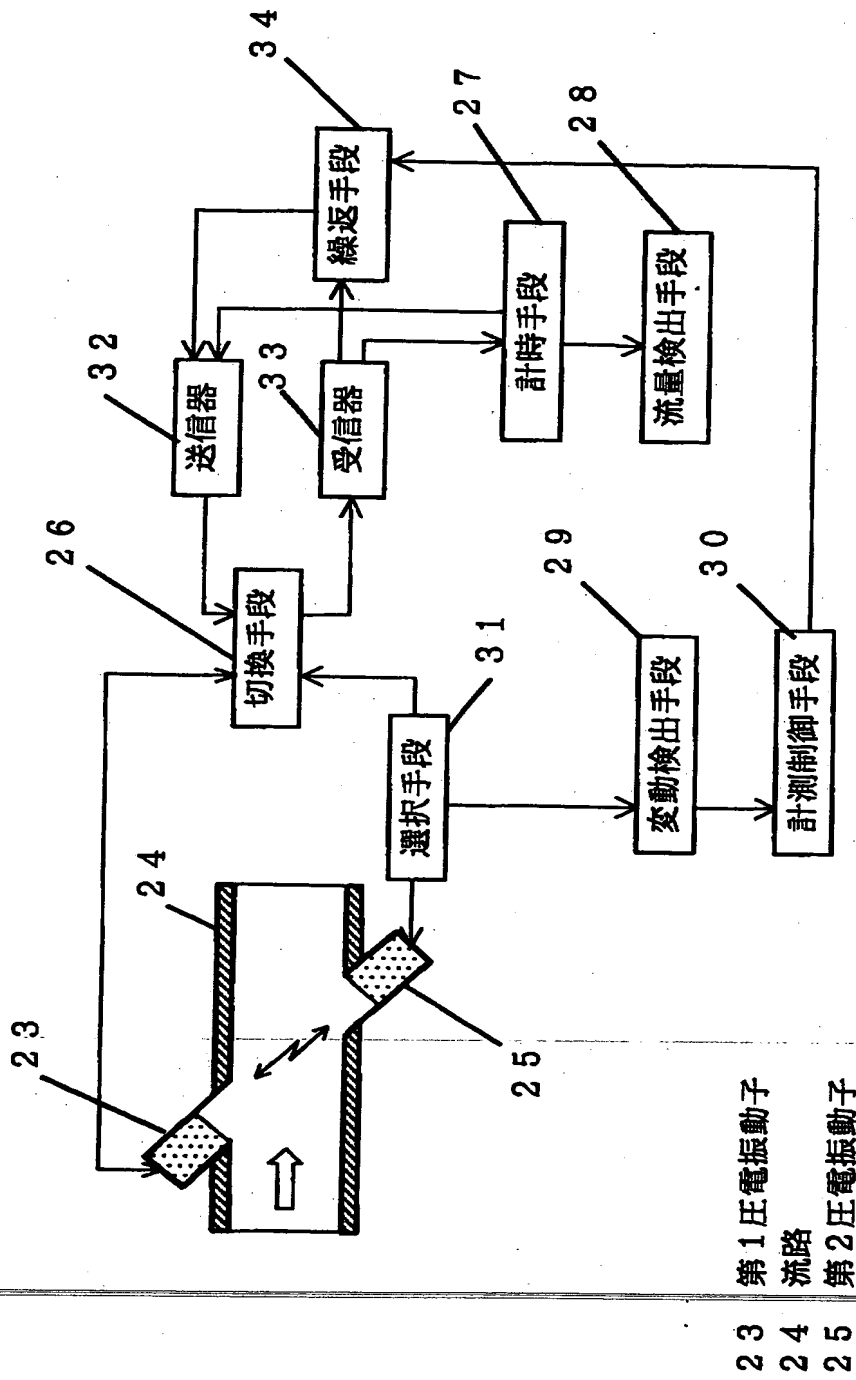
36 カウント手段

37 周期検出手段

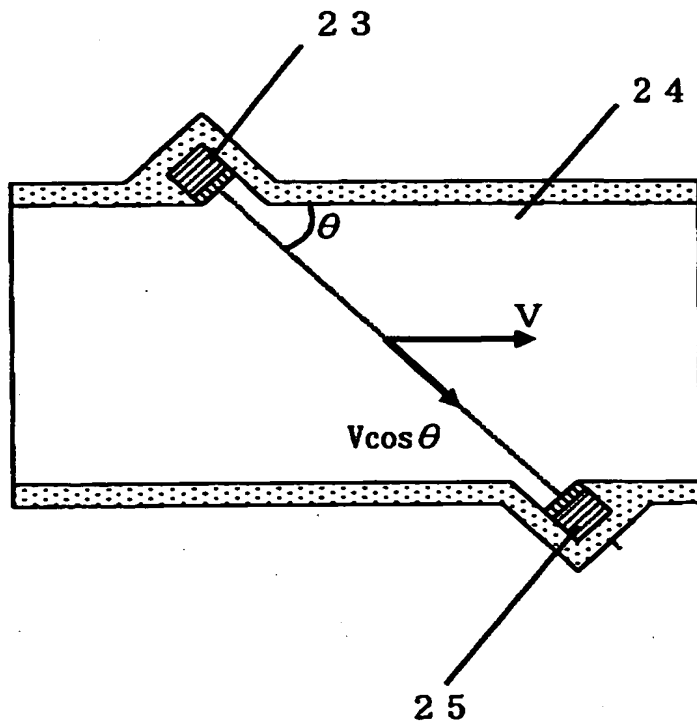
【書類名】

図面

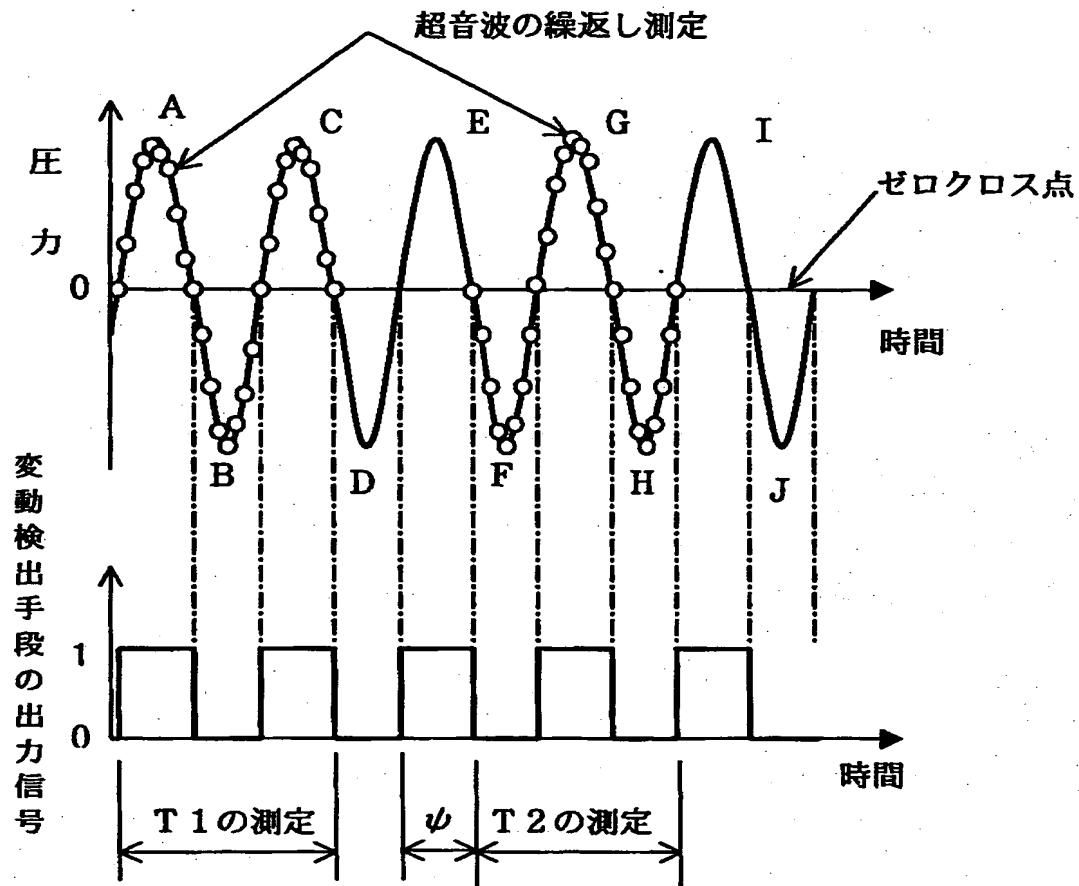
【図 1】



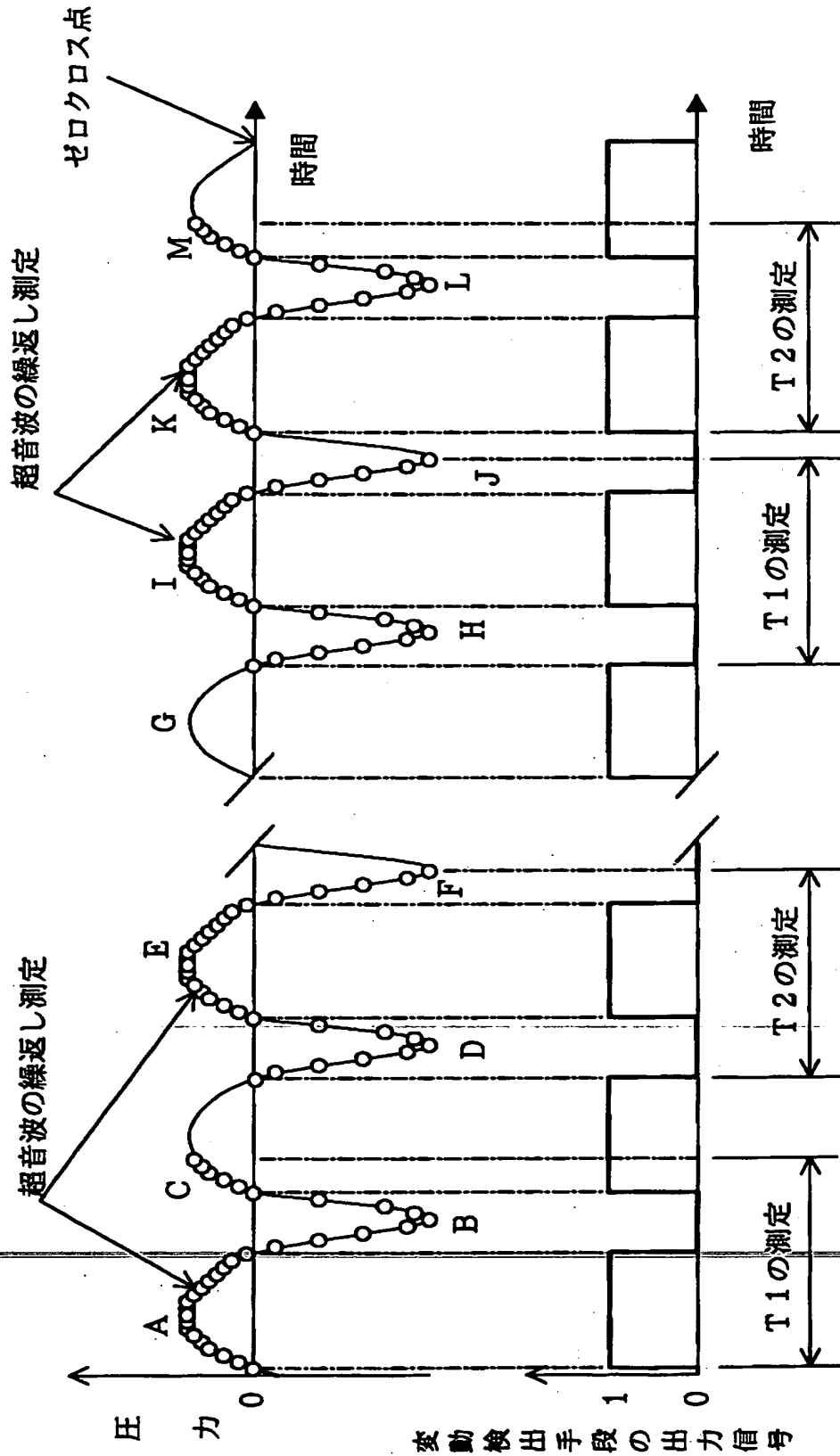
【図 2】



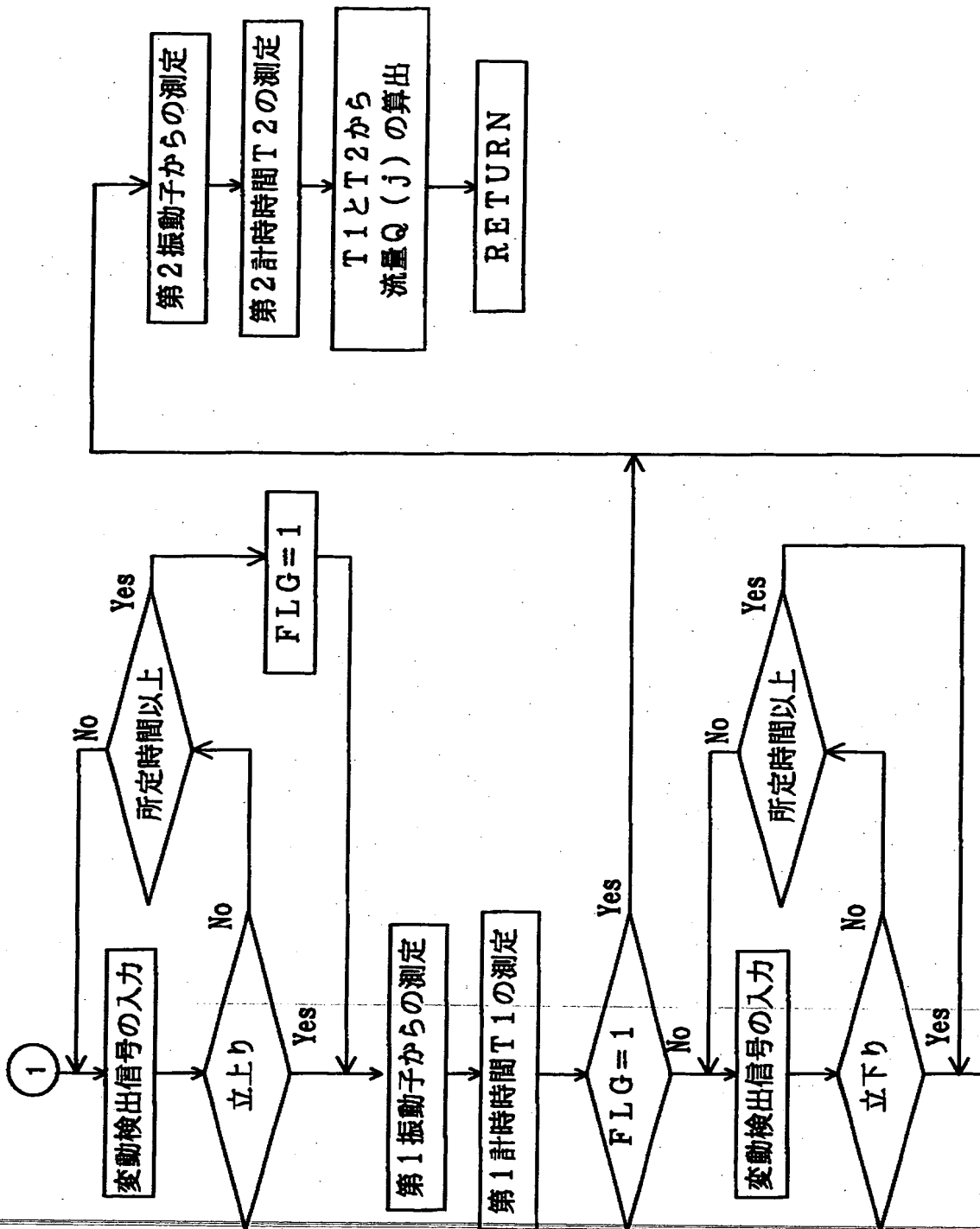
【図 3】



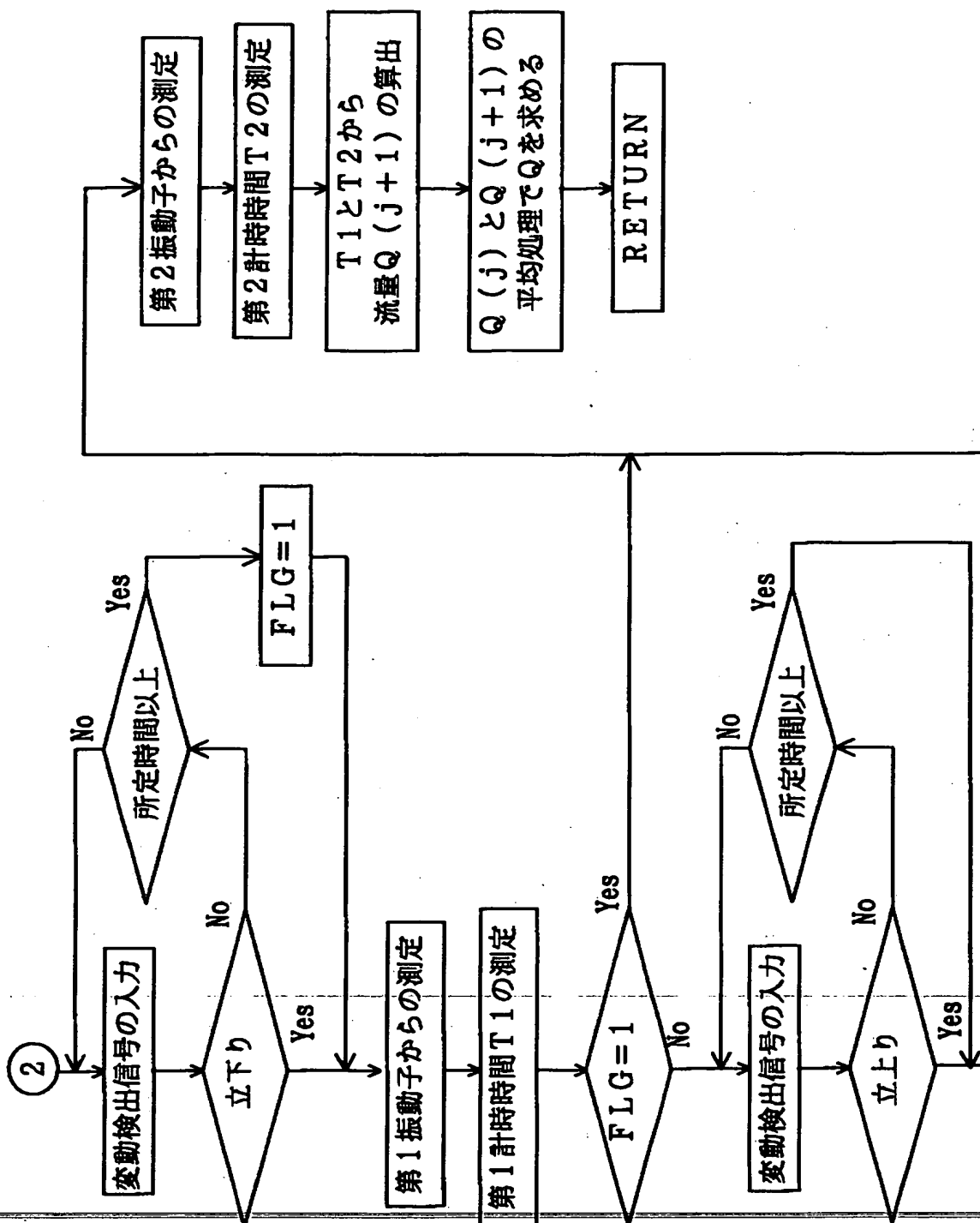
【図4】



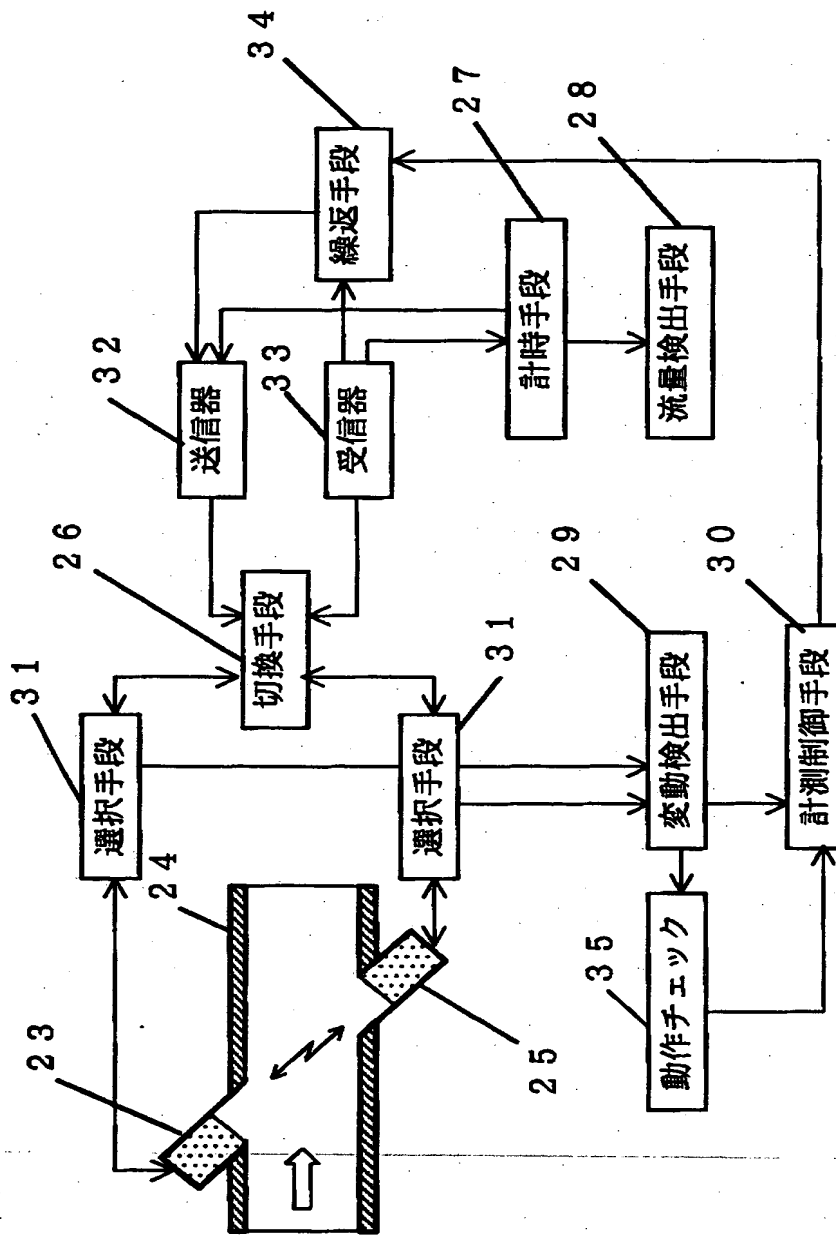
【図 5】



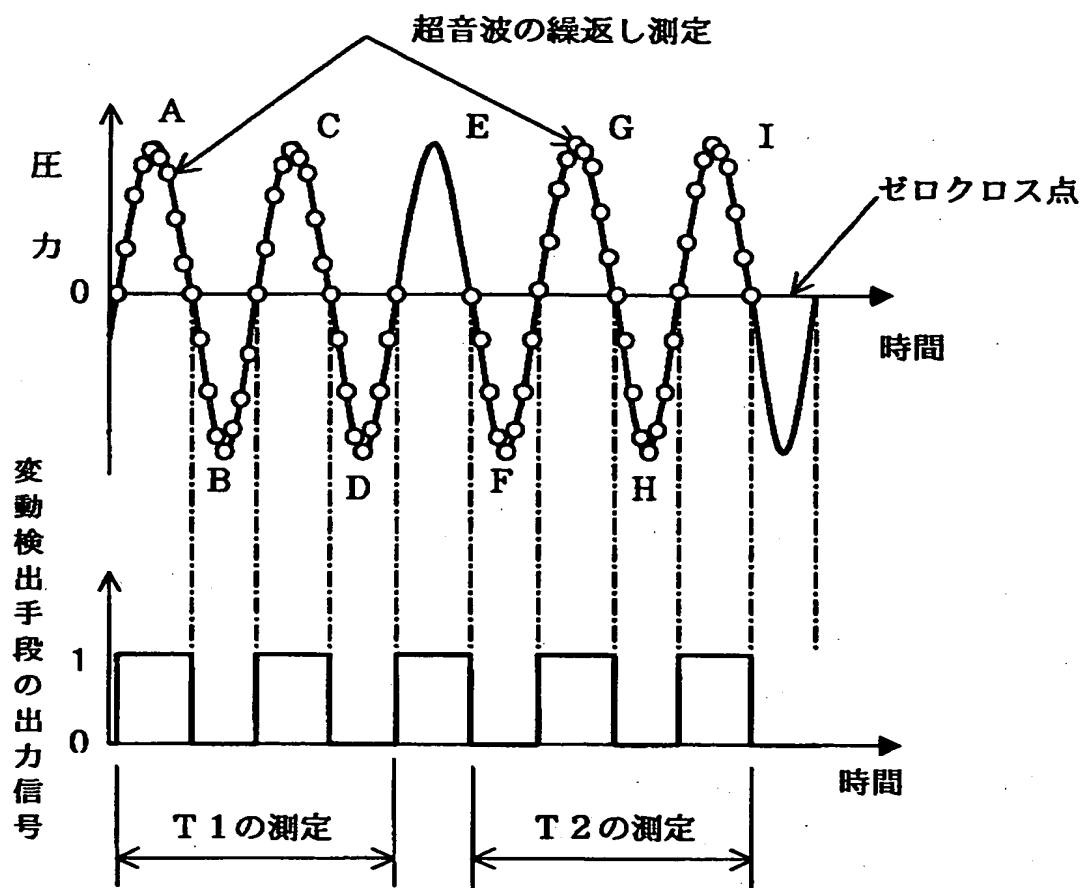
【図 6】



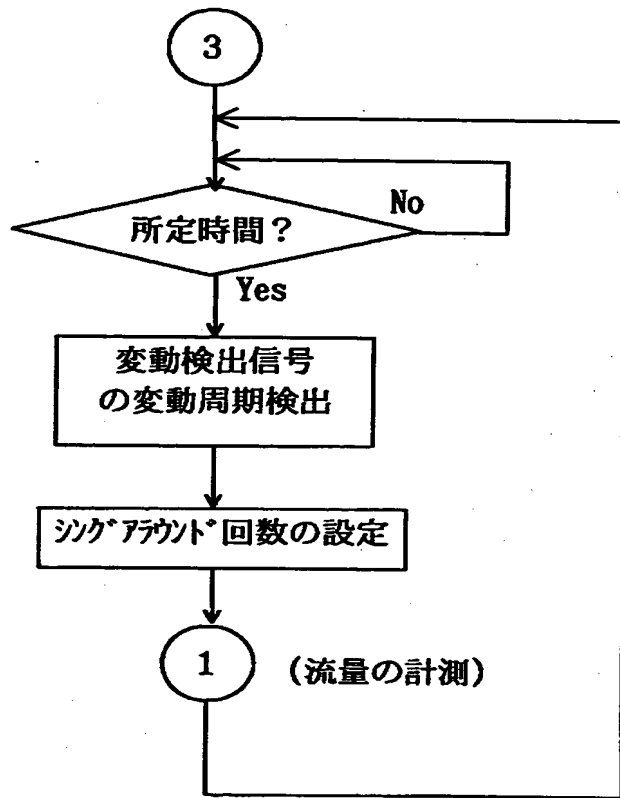
【図 7】



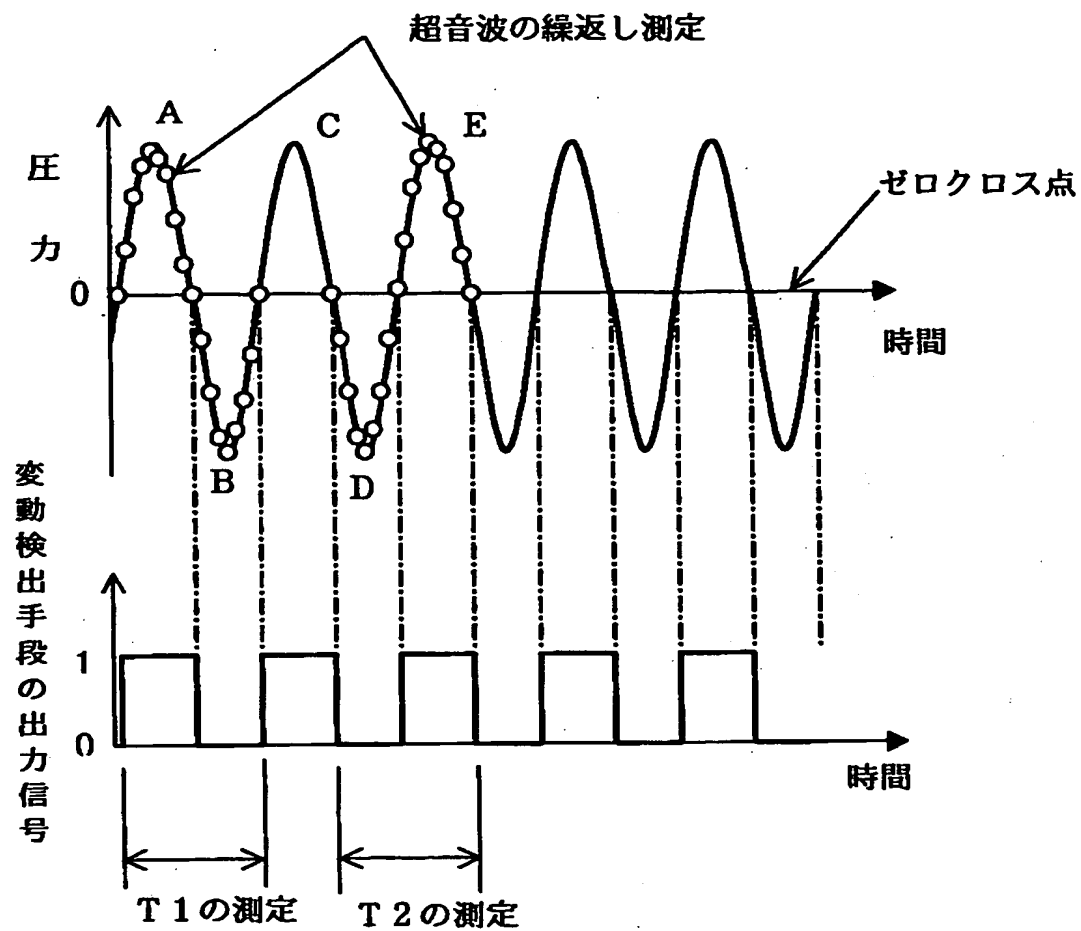
【図 8】



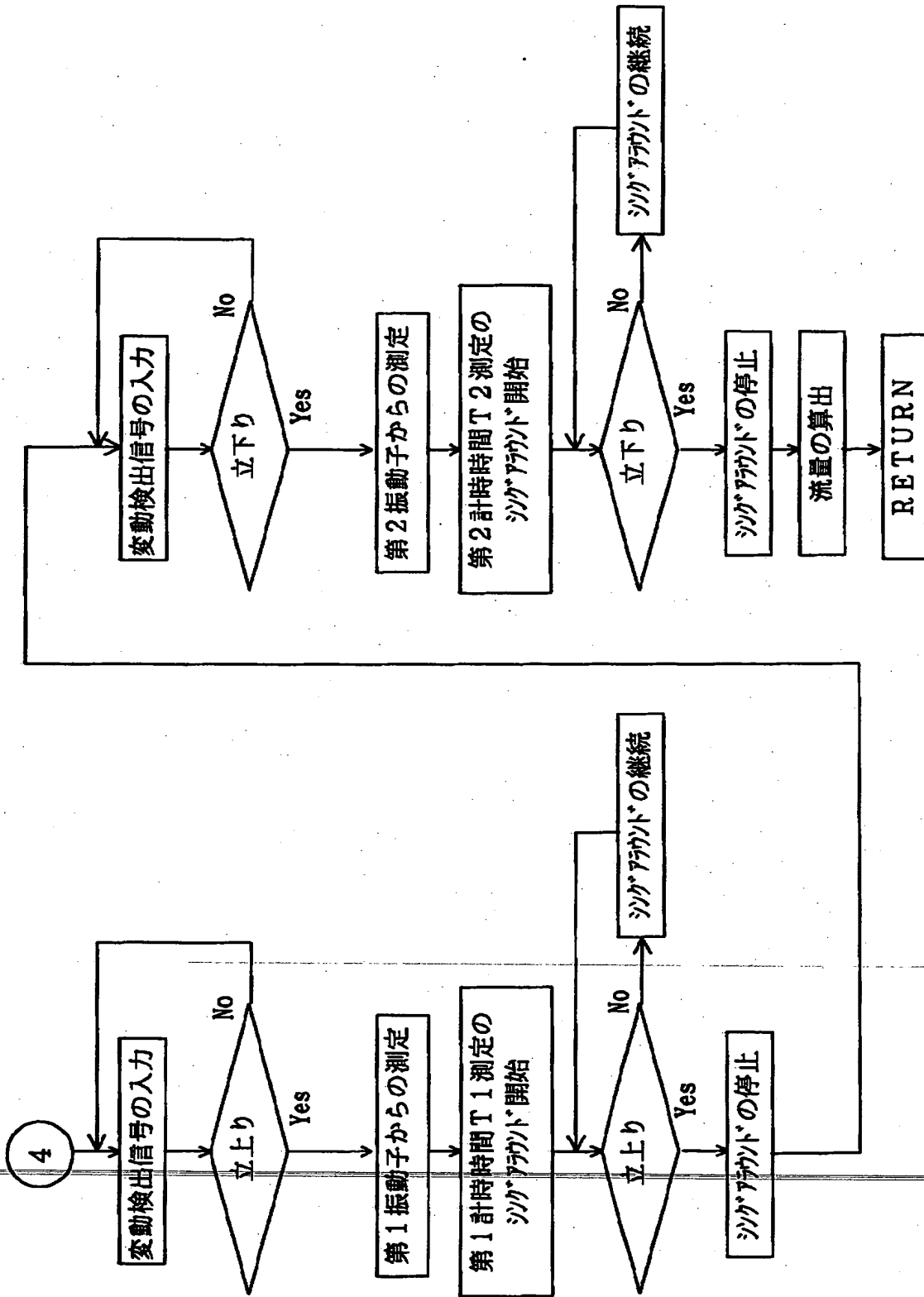
【図 9】



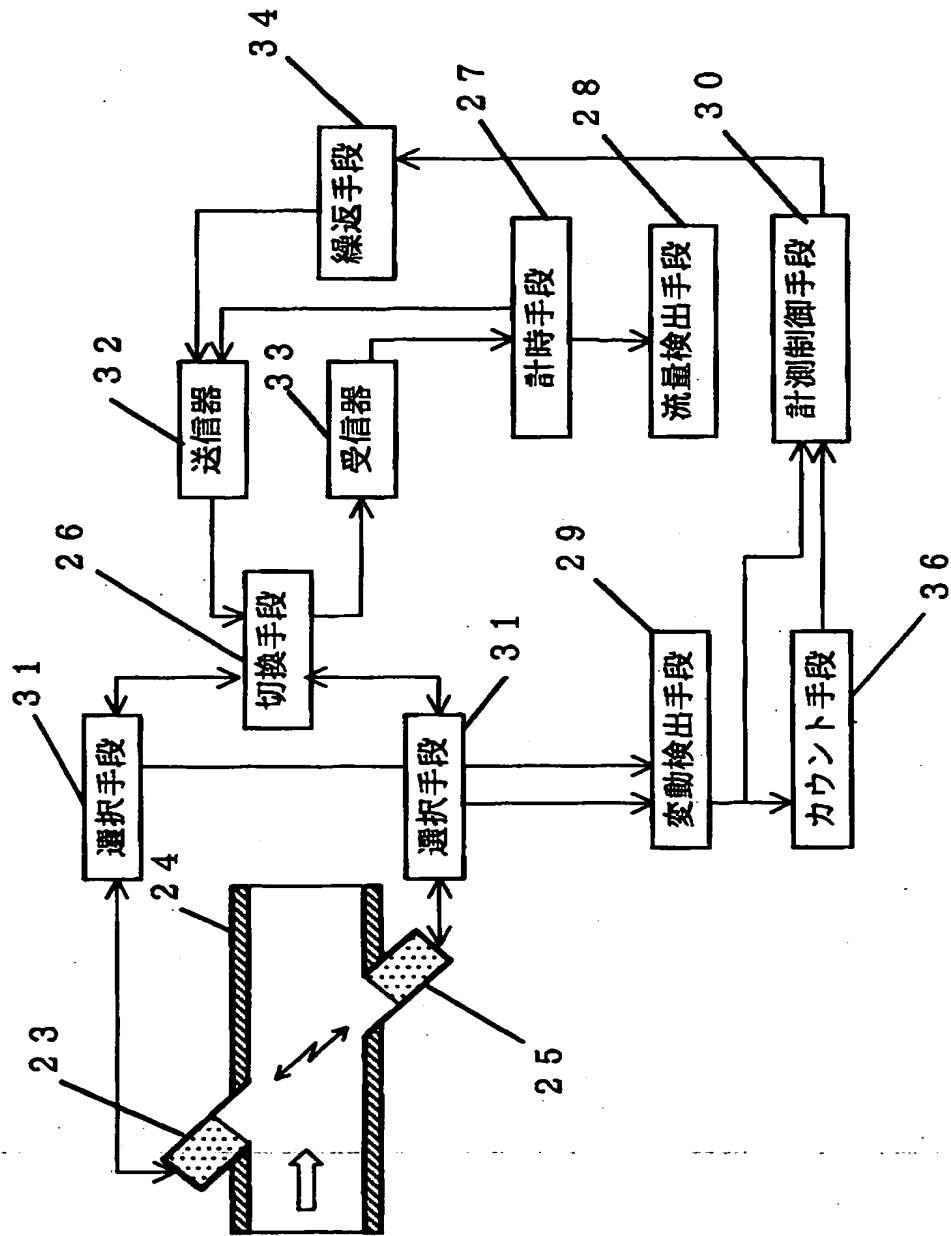
【図 10】



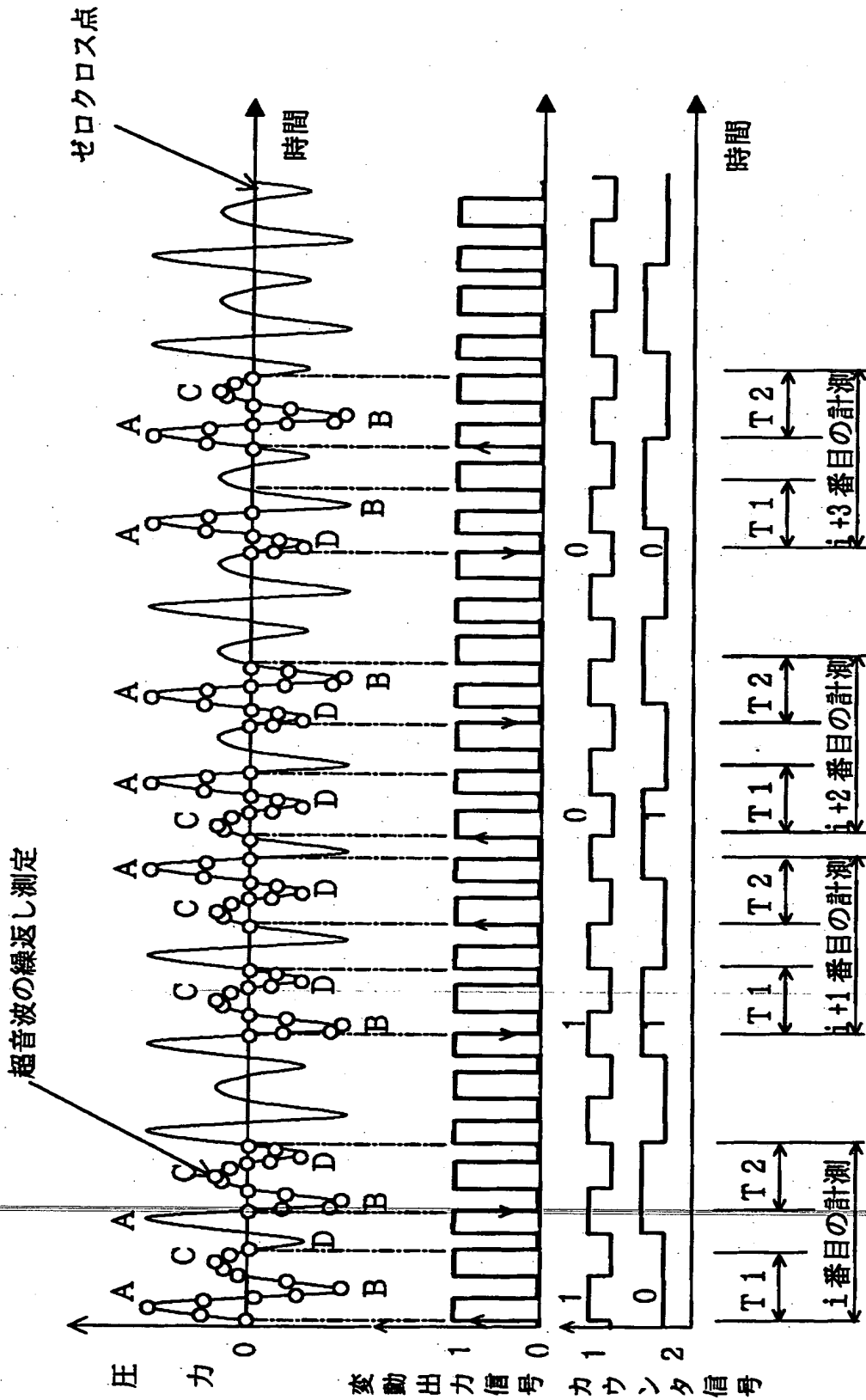
【図 11】



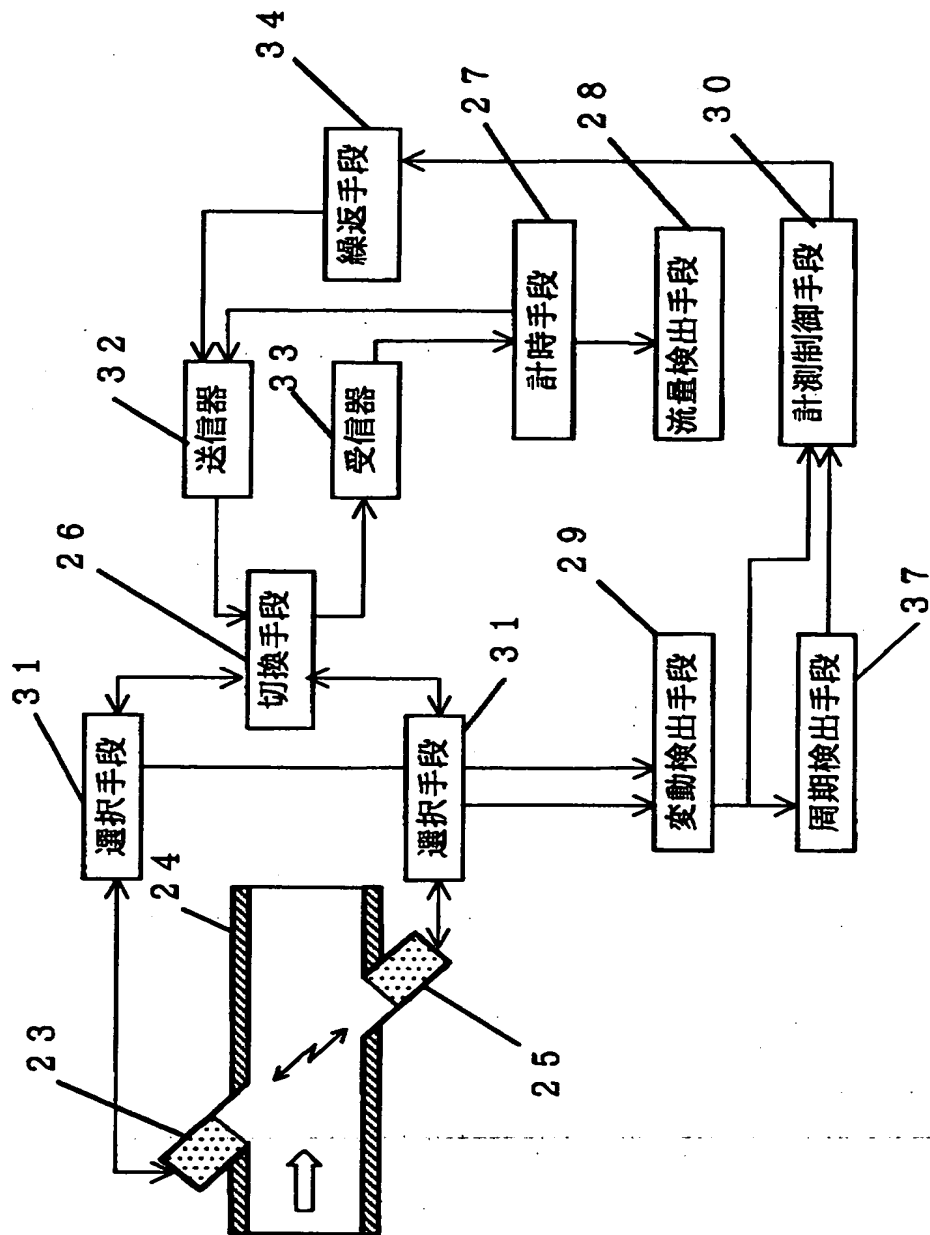
【図 12】



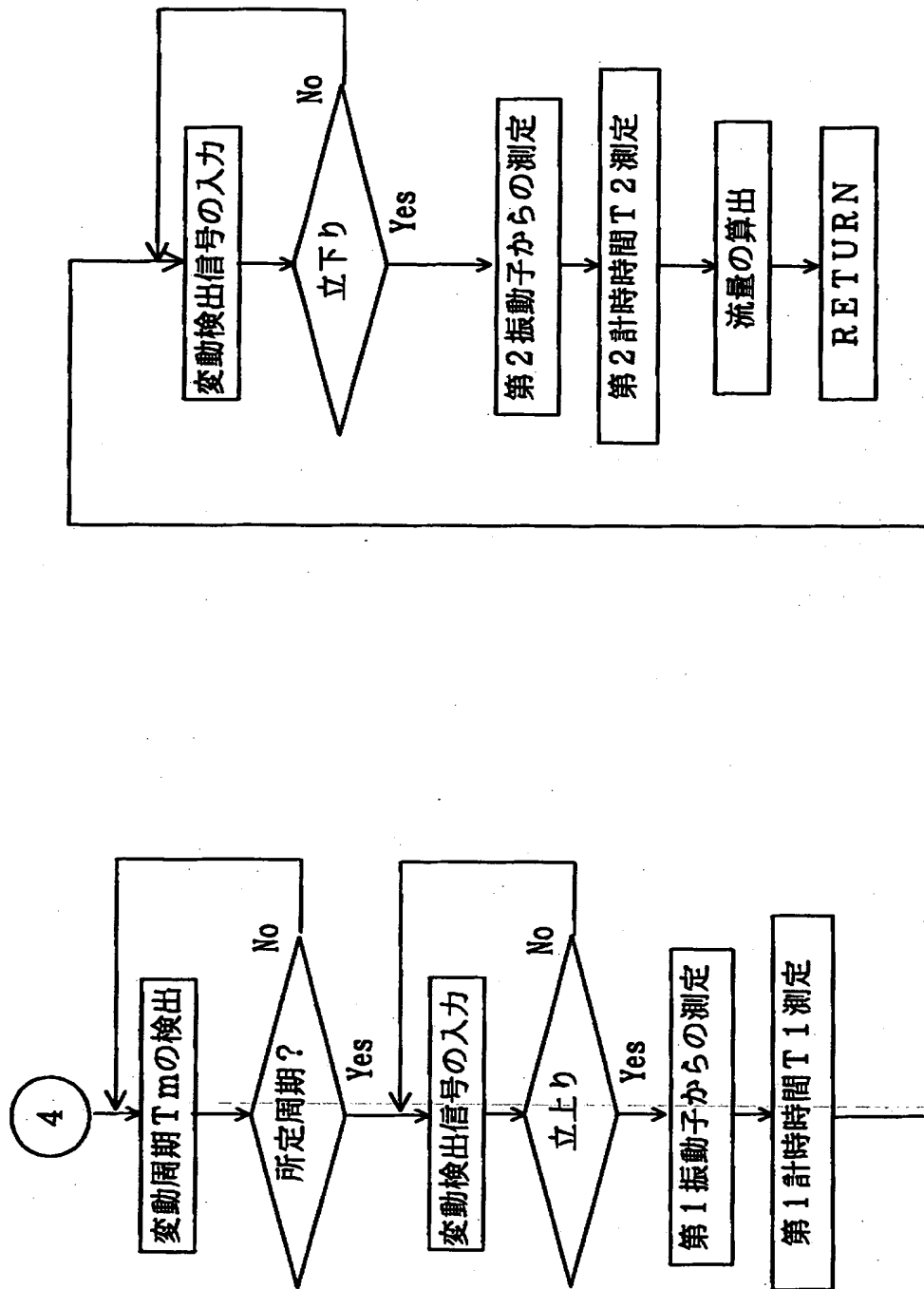
【図 13】



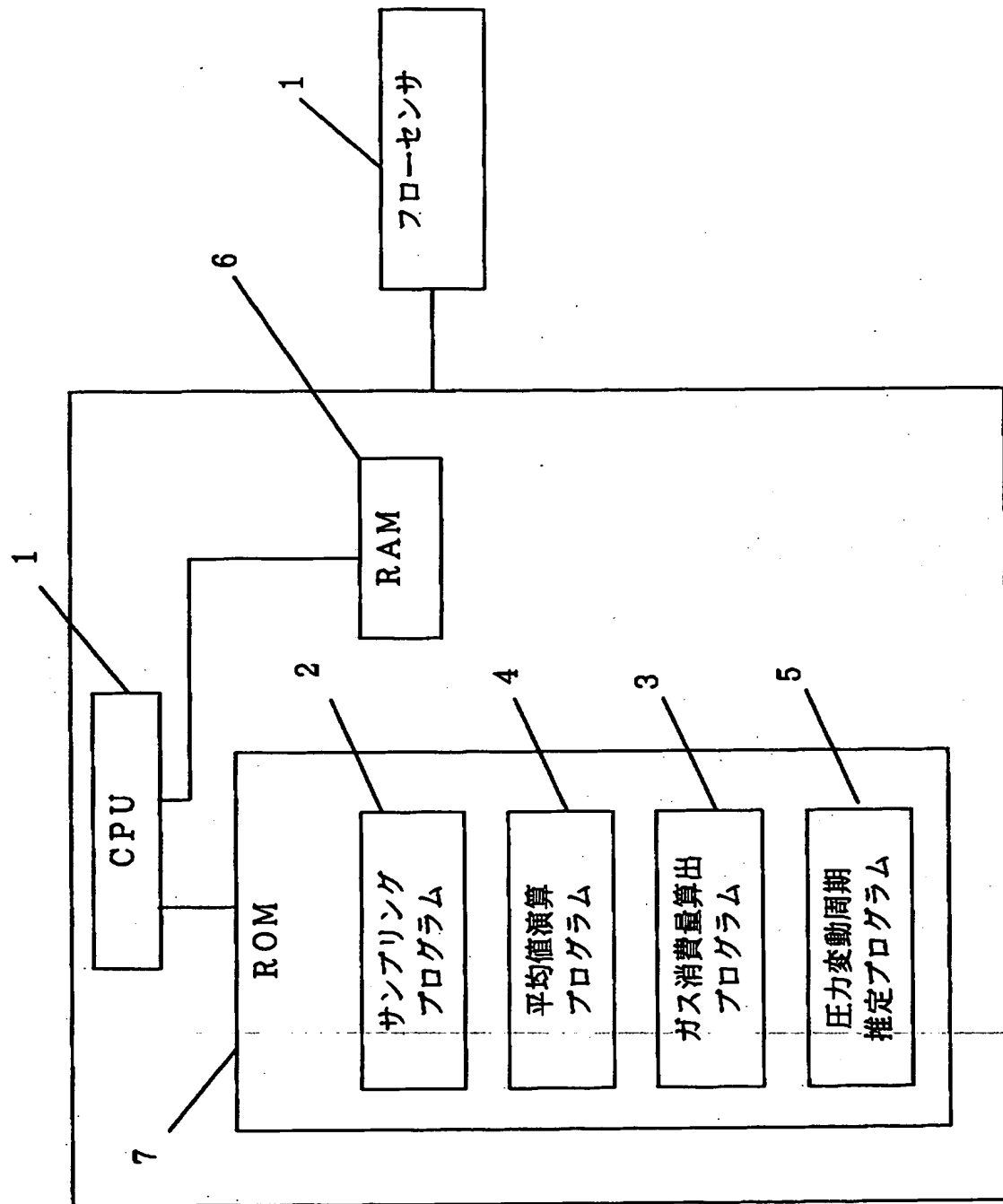
【図 14】



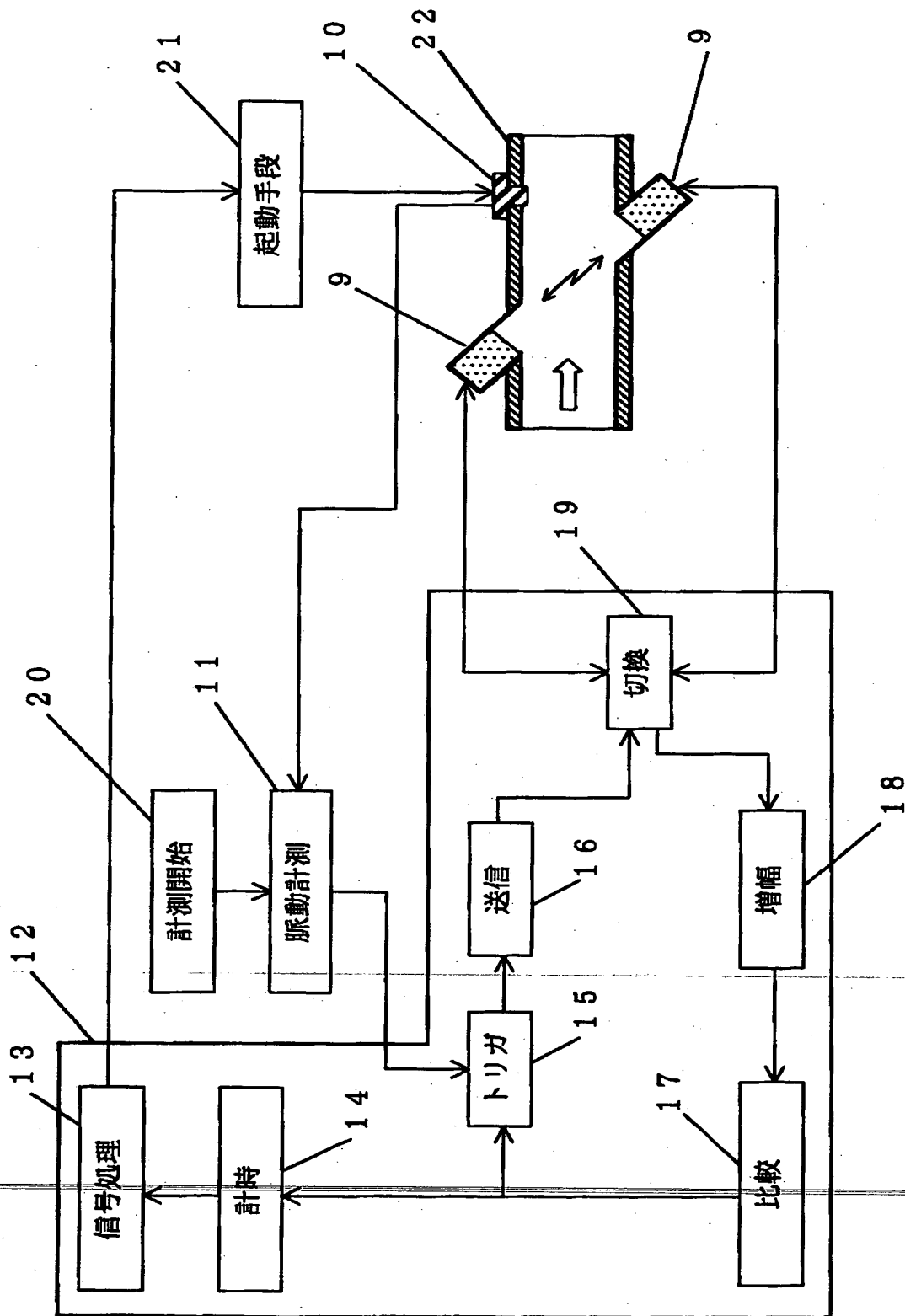
【図 15】



【図 16】



【図 17】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 流量変動や圧力変動がある気体や液体などの流量を計測する際、変動情報を検出して計測することにより、変動が発生した場合にも安定して精度よく流量値を計測する。

【解決手段】 音波を送受信する第 1 振動手段 2 3 および第 2 振動手段 2 5 で送受信される音波の伝搬時間を計測して流量を検出する流量検出手段 2 8 と、第 1 振動手段 2 3 および第 2 振動手段 2 5 の少なくとも一方で流路内の圧力変動を計測する変動検出手段 2 9 と、変動検出手段の圧力変動のタイミングに同期して計測を開始する計測制御手段 3 0 とを備えている。これによって圧力センサを設ける必要がなく、小型化や流路などを簡素化することができるとともに、圧力変動が発生した場合でも短時間で安定した流量が計測できる。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000005821]

1. 変更年月日 1990年 8月28日

[変更理由] 新規登録

住 所 大阪府門真市大字門真1006番地
氏 名 松下電器産業株式会社